

Procédé et dispositif d'atténuation du bruit produit en sortie d'une ligne
d'échappement

La présente invention concerne un procédé et un dispositif d'atténuation de bruit produit en sortie d'une ligne d'échappement.

5 Quatre-vingts pour cent des bruits émis par un véhicule automobile propulsé par un moteur thermique sont dus au moteur. Le système d'échappement du véhicule doit donc être conçu pour réduire le niveau sonore perçu par les riverains.

10 Il est connu de prévoir, dans la ligne d'échappement, un dispositif de contrôle actif de bruit. Ce dispositif permet de neutraliser le bruit à atténuer en provoquant une interférence entre le bruit à atténuer et un contre-bruit de même fréquence et de même amplitude mais en opposition de phase. Le contre-bruit est engendré par voie électronique en utilisant des algorithmes de traitement du signal, afin de produire une interférence destructive avec le bruit à atténuer.

15 La génération de l'onde acoustique formant le contre-bruit est assurée par des hauts-parleurs électromagnétiques. Dans les solutions connues, les hauts-parleurs engendrent directement une onde acoustique ayant les caractéristiques du contre-bruit. Pour être efficaces, ceux-ci doivent avoir une puissance électrique de 100 à 150 W et une masse comprise entre 2 et 4 kg.

20 Les solutions actuelles de contrôle actif de bruit sont donc relativement lourdes et encombrantes.

L'invention a pour but de proposer un dispositif d'atténuation des bruits produits par un moteur thermique, qui soit d'un poids réduit.

25 A cet effet, l'invention a pour objet un procédé d'atténuation de bruits produits en sortie d'une ligne d'échappement, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

- définir un signal de bruit à atténuer représentatif du bruit à atténuer ;
 - émettre dans une zone d'atténuation de la ligne d'échappement, une première onde acoustique haute fréquence à partir d'un premier transducteur, laquelle première onde acoustique haute fréquence est inaudible et a
- 30 une fréquence porteuse supérieure à 50 kHz ; et

- émettre, dans la zone d'atténuation de la ligne d'échappement, une seconde onde acoustique haute fréquence à partir d'un second transducteur, les premier et second transducteurs étant agencés pour produire une interférence entre les première et seconde ondes acoustiques dans la zone d'atténuation, laquelle seconde onde acoustique est inaudible et a, pour fréquence porteuse, la fréquence porteuse de la première onde acoustique haute fréquence et contient un signal de contre-bruit basse fréquence en opposition de phase avec le signal de bruit à atténuer.

Suivant des modes particuliers de réalisation, le procédé d'atténuation met en œuvre l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- la fréquence du signal de contre-bruit est comprise entre 10 et 1000 Hz ; et

- la fréquence porteuse est sensiblement égale à 100 kHz.

L'invention a également pour objet un dispositif d'atténuation du bruit produit en sortie d'une ligne d'échappement, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de définition d'un signal de bruit à atténuer représentatif du bruit à atténuer ;

- des moyens pour engendrer un signal de contre-bruit basse fréquence en opposition de phase avec le signal de bruit à atténuer ;

- un premier et un second transducteurs disposés dans une zone d'atténuation de la ligne d'échappement, les premier et second transducteurs étant agencés pour produire une interférence entre les ondes acoustiques engendrées et présentes dans la zone d'atténuation ,

- des moyens pour commander le premier transducteur pour l'émission d'une première onde acoustique haute fréquence, laquelle première onde acoustique haute fréquence est inaudible et a une fréquence porteuse supérieure à 50 kHz ; et

- des moyens pour commander le second transducteur pour l'émission d'une seconde onde acoustique haute fréquence, laquelle seconde onde acoustique haute fréquence est inaudible et a, pour fréquence porteuse, la fréquence porteuse de la première onde acoustique haute fré-

quence et contient le signal de contre-bruit basse fréquence en opposition de phase avec le signal de bruit à atténuer.

Suivant des modes particuliers de réalisation, le dispositif comporte l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- 5 - les premier et second transducteurs sont des transducteurs piézoélectriques ;
 - lesdits transducteurs piézoélectriques sont à base de zirconotitanate de plomb ;
 - lesdits moyens de définition d'un signal de bruit comportent un micro
- 10 d'enregistrement du bruit résiduel en sortie de la ligne d'échappement ; et
 - lesdits moyens de définition d'un signal de bruit comportent une unité de suivi de la fréquence d'allumage du moteur.

L'invention a enfin pour objet une installation propulsive pour un véhicule automobile, caractérisée en ce qu'elle comporte un moteur thermique, une ligne d'échappement et un dispositif d'atténuation de bruit tel que décrit ci-dessus, les premier et second transducteurs étant disposés sur la ligne d'échappement.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins, sur lesquels :

- 20 - la figure 1 est une vue schématique d'une installation de propulsion d'un véhicule automobile équipée d'un dispositif d'atténuation de bruits selon l'invention ; et
- 25 - la figure 2 est une vue schématique illustrant le phénomène d'interférence mis en œuvre dans le dispositif d'atténuation de bruits selon l'invention.

L'installation de propulsion illustrée sur la figure 1 comporte essentiellement un moteur thermique 12 en sortie duquel est reliée une ligne d'échappement 14.

30 La ligne d'échappement comporte, comme connu en soi, un silencieux d'échappement 16. Elle débouche à une extrémité 18 de libération des gaz d'échappement.

L'installation de propulsion est équipée d'un dispositif d'atténuation de bruits 20. Celui-ci comporte deux sources d'ondes acoustiques 22, 24 propres à engendrer des ondes acoustiques dans le silencieux 16 délimitant un espace 26 d'atténuation du bruit.

5 Les deux sources 22, 24 sont formées par des transducteurs piézoélectriques. Ces transducteurs sont avantageusement à base de zirconotitanate de plomb ou "PZT".

10 Les deux transducteurs sont solidarisés à la paroi du silencieux 16 et sont agencés de manière à produire une interférence d'une part entre les ondes acoustiques engendrées par ces transducteurs, et d'autre part entre les ondes engendrées par ces transducteurs et l'onde acoustique produite par la circulation des gaz d'échappement.

De préférence, les deux transducteurs ont leurs axes d'émission principaux décalés angulairement d'environ 45°.

15 Le dispositif comporte un générateur 30 propre à fournir un signal haute fréquence F1 d'excitation d'un premier transducteur 22 avec une fréquence et une amplitude de base constantes. Cette fréquence est de préférence supérieure à 50 kHz, de manière à produire une première onde acoustique inaudible depuis le premier transducteur 22.

20 Cette fréquence est par exemple sensiblement égale à 100 kHz.

Le générateur 30 est formé d'un oscillateur de tout type adapté.

25 Le dispositif 20 comporte en outre une unité 32 de génération d'un contre-bruit. Cette unité 32 est reliée à une unité 34 de contrôle du moteur. Cette unité 34 commande, comme connu en soi, l'allumage du moteur à une fréquence d'allumage. L'unité 32 comporte des moyens de recueil d'un signal ΔF représentatif de la fréquence d'allumage du moteur.

30 En outre, le dispositif 20 comporte un microphone 36 disposé à la sortie 18 de la ligne d'échappement. Ce microphone est relié à l'unité 32 de génération du contre-bruit. L'unité reçoit du microphone un signal du bruit résiduel $\Delta \varepsilon$ correspondant au bruit atténué mesuré en sortie de la ligne d'échappement.

A partir des signaux ΔF et $\Delta \varepsilon$, l'unité de génération du contre-bruit 32 produit un signal de contre-bruit basse fréquence Δf_{cb} . Le signal de contre-bruit Δf_{cb} est de même fréquence et de même amplitude que le signal de bruit à atténuer noté Δf_b mais est en opposition de phase par rapport à ce bruit. La fréquence du signal de contre-bruit est ainsi comprise entre 10 et 1000 Hz.

En sortie de l'unité 32, le dispositif 20 comporte un mélangeur 38 auquel est reliée la source 30. Ainsi, le mélangeur 38 est propre à assurer un mélange des signaux Δf_{cb} et F1. Le signal noté $F1 + \Delta f_{cb}$ obtenu en sortie du mélangeur 38 a une fréquence porteuse identique à la fréquence de la première onde acoustique et contient le signal de contre-bruit Δf_{cb} correspondant au signal de bruit à atténuer Δf_b mais est en opposition de phase avec ce dernier.

La sortie du mélangeur 38 est reliée au second transducteur 24.

Le dispositif d'atténuation fonctionne de la manière suivante.

A partir du signal de bruit résiduel $\Delta \varepsilon$, et de la fréquence de fonctionnement Δf_{cb} du moteur, l'unité 32 engendre un signal de contre-bruit Δf_{cb} . Un signal haute fréquence F1 est appliqué au premier transducteur 22, alors qu'un signal haute fréquence $F1 + \Delta f_{cb}$ est appliqué au second transducteur 24. Les ondes acoustiques produites par les premier et second transducteurs sont inaudibles, ces ondes ayant une fréquence porteuse très élevée.

Dans l'espace 26 d'atténuation, et comme illustré sur la figure 2, l'onde acoustique due à la circulation des gaz d'échappement et les deux ondes acoustiques issues des transducteurs 22 et 24 interfèrent. L'onde acoustique produite par les gaz d'échappement est de même fréquence et de même amplitude que le contre-bruit mais est en opposition de phase par rapport à celui-ci. Le transducteur 22 fournit une onde acoustique haute fréquence correspondant au signal F1, alors que le second transducteur 24 fournit une onde haute fréquence contenant le signal du contre-bruit Δf_{cb} . L'interférence de ces trois ondes acoustiques produit en sortie une onde acoustique dont l'une des composantes résultant de l'interférence des signaux $2F1 + \Delta f_{cb} + \Delta f_b$ est inaudible puisque de fréquence très élevée et

dont l'autre composante résultant de l'interférence des signaux $F1 - (F1 + \Delta f_{cb}) + \Delta f_b$ est continue. $2F1 + \Delta f_{cb} + \Delta f_b$ et $F1 - (F1 + \Delta f_{cb}) + \Delta f_b$ correspondent à la superposition des ondes.

5 Ainsi, on conçoit que la composante audible du bruit des gaz d'échappement produit par le moteur est supprimée en sortie de la ligne d'échappement.

10 Par ailleurs, les sources sonores 22 et 24 utilisées étant commandées pour produire une onde acoustique de haute fréquence, ces sources peuvent être très petites et notamment constituées par des éléments piézoélectriques. Ainsi, le poids du dispositif d'atténuation de bruit est très faible.

REVENDECATIONS

1.- Procédé d'atténuation du bruit basse fréquence produit en sortie (18) d'une ligne d'échappement (14), caractérisé en ce qu'il comporte les étapes de :

5 - définir un signal de bruit à atténuer (Δf_b) représentatif du bruit à atténuer ;

 - émettre dans une zone d'atténuation (26) de la ligne d'échappement (14), une première onde acoustique haute fréquence (F1) à partir d'un premier transducteur (22), laquelle première onde acoustique haute fréquence
10 (F1) est inaudible et a une fréquence porteuse supérieure à 50 kHz ; et

 - émettre, dans la zone d'atténuation (26) de la ligne d'échappement, une seconde onde acoustique haute fréquence ($F1 + \Delta f_{cb}$) à partir d'un second transducteur (24), les premier et second transducteurs (22, 24) étant agencés pour produire une interférence entre les première et seconde ondes acoustiques dans la zone d'atténuation (26), laquelle seconde onde
15 acoustique est inaudible et a, pour fréquence porteuse, la fréquence porteuse de la première onde acoustique haute fréquence (F1) et contient un signal de contre-bruit basse fréquence (Δf_{cb}) en opposition de phase avec le au signal de bruit à atténuer (Δf_b).

20 2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la fréquence du signal de contre-bruit est comprise entre 10 et 1000 Hz.

 3.- Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la fréquence porteuse est sensiblement égale à 100 kHz.

25 4.- Dispositif d'atténuation du bruit produit en sortie (18) d'une ligne d'échappement (14), caractérisé en ce qu'il comporte :

 - des moyens (34, 36) de définition d'un signal de bruit à atténuer représentatif du bruit à atténuer ;

 - des moyens (32) pour engendrer un signal de contre-bruit basse fréquence (Δf_b) en opposition de phase avec le signal de bruit à atténuer ;

30 - un premier et un second transducteurs (22, 24) disposés dans une zone d'atténuation (26) de la ligne d'échappement (14), les premier et second transducteurs (22, 24) étant agencés pour produire une interférence

entre les ondes acoustiques engendrées et présentes dans la zone d'atténuation (26),

5 - des moyens (30) pour commander le premier transducteur (22) pour l'émission d'une première onde acoustique haute fréquence (F1), laquelle première onde acoustique haute fréquence (F1) est inaudible et a une fréquence porteuse supérieure à 50 kHz ; et

10 - des moyens (30, 32, 38) pour commander le second transducteur (24) pour l'émission d'une seconde onde acoustique haute fréquence, laquelle seconde onde acoustique haute fréquence ($F1 + \Delta f_{cb}$) est inaudible et a, pour fréquence porteuse, la fréquence porteuse de la première onde acoustique haute fréquence (F1) et contient le signal de contre-bruit basse fréquence (Δf_b) en opposition de phase avec le signal de bruit à atténuer.

5.- Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les premier et second transducteurs sont des transducteurs piézoélectriques.

15 6.- Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits transducteurs piézoélectriques sont à base de zircono-titanate de plomb.

20 7.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que lesdits moyens de définition d'un signal de bruit comportent un micro (36) d'enregistrement du bruit résiduel ($\Delta \epsilon$) en sortie de la ligne d'échappement (12).

8.- Dispositif selon l'une quelconque des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que lesdits moyens de définition d'un signal de bruit comportent une unité (32) de suivi de la fréquence d'allumage du moteur.

25 9.- Installation propulsive pour un véhicule automobile, caractérisée en ce qu'elle comporte un moteur thermique (12), une ligne d'échappement (14) et un dispositif (20) d'atténuation de bruit selon l'une quelconque des revendications 4 à 8, les premier et second transducteurs (22, 24) étant disposés sur la ligne d'échappement (14).

FAURECIA SYSTEMES D'ECHAPPEMENT

Procédé et dispositif d'atténuation du bruit produit en sortie d'une ligne d'échappement

ABREGE DU CONTENU TECHNIQUE DE L'INVENTION

Le procédé d'atténuation du bruit basse fréquence produit en sortie (18) d'une ligne d'échappement (14) comporte :

- définir un signal de bruit à atténuer représentatif du bruit à atténuer ;
- émettre dans une zone d'atténuation (26) de la ligne d'échappement (14), une première onde acoustique haute fréquence ($F1$) à partir d'un premier transducteur (22), laquelle première onde acoustique a une fréquence porteuse supérieure à 50 kHz ; et
- émettre, dans la zone d'atténuation (26) de la ligne d'échappement, une seconde onde acoustique haute fréquence ($F1 + \Delta f_{cb}$) à partir d'un second transducteur (24), laquelle seconde onde acoustique a, pour fréquence porteuse, la fréquence porteuse de la première onde acoustique haute fréquence ($F1$) et contient un signal de contre-bruit basse fréquence (Δf_{cb}) en opposition de phase avec le signal de bruit à atténuer.

Figure 1.

1/1

